



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

TREBALL FINAL DE MÀSTER

ATENCIÓN VISUAL DINÁMICA Y ENVEJECIMIENTO

SANDRA GONZÁLEZ CAMPOS

LLUÏSA QUEVEDO JUNYENT
DEPARTAMENT ÒPTICA I OPTOMETRIA

DATA DE LECTURA MAIG 2017



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

La Sra. Lluïsa Quevedo Junyent, com a tutora i directora del treball,

CERTIFICA

Que la Sra. SANDRA GONZÁLEZ CAMPOS ha realitzat sota la seva supervisió el treball ATENCIÓ VISUAL DINÀMICA I ENVELLIMENT que es recull en aquesta memòria per optar al títol de màster en Optometria i Ciències de la Visió.

I per a què consti, signo aquest certificat.



Sra Lluïsa Quevedo Junyent
Directora del TFM

Terrassa, 10 de Maig de 2017



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

ATENCIÓ VISUAL DINÀMICA I ENVELLIMENT

RESUM

Introducció: Un funcionament eficient de les capacitats sensorials i cognitives sol ser considerat com a indicador rellevant de maduresa saludable de la població. Això és així perquè l'envelliment, generalment, s'associa amb el deteriorament d'aquestes capacitats. L'atenció sostinguda es defineix com la capacitat de concentració que ens permet mantenir el focus de l'atenció, resistint l'increment de fatiga malgrat l'esforç i de les condicions d'interferència i distracció. És un mecanisme complex que implica la interacció d'aspectes motivacionals i cognitius.

Objectiu: Examinar quins canvis tenen lloc en l'atenció visual sostinguda a estímuls en moviment com a indicador del deteriorament cognitiu.

Mètode: 4 grups d'observadors de diferents edat. Adolescents (entre 11 i 14 anys), joves (de 18 a 25 anys), adults joves (40-50 anys) i adults majors de 70 anys i analitzar les diferències entre poblacions d'edat.

Material: Test Dynamic Visual Attention (Aznar, 2014), PC portàtil.

Resultats: Es van trobar diferències estadísticament significatives ($p < 0.05$) principalment en comparar adolescents (12 ± 2) amb adults majors (70 ± 5).

Conclusions: Els resultats ens indiquen que la atenció visual sostinguda a estímuls en moviment és pitjor en adults majors que en els joves, donant lloc a una sensibilitat reduïda per percebre el moviment i la velocitat d'un estímulo visual.

Paraules clau: Atenció Visual Dinàmica, Envel·liment, Percepció, Moviment.



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

ATENCIÓN VISUAL DINÁMICA Y ENVEJECIMIENTO

RESUMEN

Introducción: Un funcionamiento eficiente de las capacidades sensoriales y cognitivas suele ser considerado como indicador relevante de madurez saludable de la población. Esto es así porque el envejecimiento, generalmente, se asocia con el deterioro de estas capacidades. La atención sostenida se define como la capacidad de concentración que nos permite mantener el foco de la atención, resistiendo el incremento de fatiga a pesar del esfuerzo y de las condiciones de interferencia y distracción. Es un mecanismo complejo que implica la interacción de aspectos motivacionales y cognitivos.

Objetivo: Examinar qué cambios tienen lugar en la atención visual sostenida a estímulos en movimiento como indicador del deterioro cognitivo.

Método: 4 grupos de observadores de diferentes edades. Adolescentes (entre 11 y 14 años), jóvenes (de 18 a 25 años), adultos jóvenes (40-50 años) y adultos mayores de 70 y analizar las diferencias entre poblaciones de edad.

Material: Test Dynamic Visual Attention (Aznar, 2014), PC portátil.

Resultados: Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) principalmente en comparar adolescentes (12 ± 2) con adultos mayores (70 ± 5).

Conclusiones: Los resultados indican que la atención visual sostenida a estímulos en movimiento es peor en adultos mayores que en los jóvenes, dando lugar a una sensibilidad reducida para percibir el movimiento y la velocidad de un estímulo visual.

Palabras clave: Atención Visual Dinámica, Envejecimiento, Percepción, Movimiento.



MÀSTER UNIVERSITARI EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

DYNAMIC VISUAL ATTENTION AND AGING

SUMMARY

Introduction: An efficient functioning of sensory and cognitive abilities is usually regarded as a good indicator of maturity of the healthy population. This is because aging usually associated with deterioration of these capacities. The sustained attention is defined as the capability that allows us to keep the focus of attention, resisting increased fatigue despite the efforts and policies of interference and distraction. It is a complex mechanism that involves the interaction of cognitive and motivational aspects.

Objective: To examine what changes take place in sustained visual attention to stimuli in movement as an indicator of cognitive impairment.

Method: observers from 4 different age groups. Adolescents (11 to 14), young (18 to 25), young adults (40-50 years) and adults aged 70 to analyze the differences between populations and old.

Material: Dynamic Visual Attention Test (Aznar, 2014), laptop computer.

Results: There were statistically significant differences ($p < 0.05$) compared mainly in adolescents (12 ± 2) with older adults (70 ± 5).

Conclusions: The results indicate that sustained visual attention of movement stimuli is worse in older adults than in young people, resulting in a reduced sensitivity to perceive the movement and speed of a visual stimulus.

Keywords: Dynamic Visual Services, Aging Perception Movement.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Lluïsa Quevedo su impecable trabajo como directora de este proyecto, gracias por la paciencia y los sabios consejos.

Mil Gracias a todos los amigos y familiares que desinteresadamente me han ayudado en este estudio, las próximas barbacoas serán sin sorpresa, lo prometo.

Muchas gracias a Eva que me animó a volver a matricularme en la facultad.

Anna, gracias amiga, sólo tenía que visualizarlo.

A mi madre, ejemplo de constancia y superación.

A Miguel, mi apoyo incondicional durante casi veinte años y a mi hija, Ariadna.

INDICE

1.INTRODUCCIÓN	9
----------------	---

2. MARCO TEÓRICO	11
------------------	----

2.1. La Atención

2.1.1. Definición

2.1.2. Factores que determinan la atención

2.1.3 Clasificación

2.1.4. Atención visual dinámica sostenida

2.1.5 Deterioro neurocognitivo asociado a la edad

3. OBJETIVOS e HIPOTESIS	35
--------------------------	----

3.1 Objetivos

3.2 Hipótesis

4. METODOLOGÍA	37
----------------	----

4.1. Diseño experimental

4.2. Estructura de la Prueba.

4.3 Selección de la muestra

4.4. Material

4.5. Procedimiento

5. RESULTADOS	43
---------------	----

5.1. Descripción del análisis.

5.2. Análisis de la Eficacia.

5.3. Análisis del Control Motor.

6. DISCUSION	51
--------------	----

7. CONCLUSIONES	53
-----------------	----

8. FUTUROS TRABAJOS	54
---------------------	----

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	56
-------------------------------	----

10. ANEXOS	63
------------	----

10.1 Instrucciones test tiempo de reacción.

10.2 Consentimiento informado

1. INTRODUCCIÓN

En la vida cotidiana, toda la información que recibimos nos colapsaría. La atención nos permite seleccionar estímulos y extraer de cada situación los elementos más relevantes.

La atención es una función neuropsicológica que sirve de mecanismo de activación y funcionamiento de otros procesos mentales como la percepción, la memoria o el lenguaje, mediante operaciones de selección, distribución y mantenimiento de la actividad cognitiva (Portellano, 2014).

Considerada un mecanismo vital para el ser humano, la atención visual nos permite filtrar y seleccionar la información relevante del entorno (Carrasco, 2011). La mayoría, si no la totalidad, de las pruebas de atención visual espacial utilizan estímulos estáticos. Sin embargo, una de las características principales de los seres vivos es el movimiento, esto es, el cambio de posición de los objetos respecto a otros elementos que actúan como referencias (Capilla, 2004).

Por otro lado, el correcto funcionamiento de las capacidades sensoriales y cognitivas se asocia a la madurez saludable de los sujetos, aunque el envejecimiento, generalmente, está vinculado al deterioro de estas capacidades. Las principales causas de pérdida de atención en una persona mayor son la ansiedad, depresión, el consumo de psico-fármacos (Boggio, 2009), el aumento de la tensión muscular (Bosco y Komi, 1980; Young, 1997). A medida que avanza la edad, disminuye nuestra capacidad de atención y la información nueva adquirida se elabora más superficialmente, sin tantos detalles, extensión y curiosidad como en la juventud (Puig, 2003). Cabe esperar, por tanto, que su procesamiento de la información sea menos profundo y consecuentemente menor su capacidad de memorización.

En la actualidad, existe escasa evidencia científica alrededor de la atención visual dinámica. Dado que en la vida cotidiana abundan estímulos en movimiento a los que debemos atender se realiza el siguiente trabajo como continuación a la línea de investigación ya iniciada con otro estudio donde se concluyó que la tasa de aciertos con el test AttVisDyn (Aznar, 2014) para evaluar la atención visual dinámica disminuye al aumentar la velocidad del estímulo móvil y comparativamente los sujetos de mayor edad presentaron tiempos de respuesta más lentos (Pol, 2015).

Por otra parte, los resultados obtenidos en el estudio posterior con AttVisDyn (Plaza, 2016) mostraron una tasa de aciertos (TA) mayor en sujetos jóvenes (15-20 años) respecto a adultos mayores de 55 años y una disminución de TA al aumentar la velocidad en ambos grupos. Con respecto al tiempo de reacción, aunque inferior en jóvenes, mejoró en ambos grupos al aumentar la velocidad del estímulo. El coste temporal de los aciertos, fue mejor en jóvenes, pero tras centrar la atención durante un tiempo, su evolución fue similar en ambos grupos.

Un reciente estudio (Gauvrit et al, 2017) donde se compararon resultados de diversas pruebas que valoran habilidades cognitivas en una muestra de 3.400 sujetos de 4 a 91 años concluye que la complejidad del comportamiento humano alcanza su máximo a los veinticinco años de edad y comienza su declive alrededor de los sesenta años.

Partiendo de estos datos, estudiaremos los resultados obtenidos en esta investigación de sesenta sujetos de cuatro grupos de edad.

Este estudio tiene como objeto examinar qué cambios tienen lugar en la atención visual sostenida a estímulos en movimiento como indicador del deterioro cognitivo asociado a la edad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 LA ATENCIÓN

2.1.1 DEFINICIÓN

Siguiendo a Castillo (2009), haremos un breve repaso histórico del estudio de la atención por las diversas escuelas de psicología.

El concepto de atención como tal se comienza a estudiar en el siglo XIX. Las primeras contribuciones provienen del estructuralismo:

Wunt (1874) definió la atención como “la actividad interna que determina el grado de presencia de las ideas en la conciencia”.

En 1890 William James enuncia la primera definición de atención: *“Todo el mundo sabe lo que es la atención. Es el tomar de la mente, de forma clara y vívida, uno de entre varios objetos posibles que aparecen simultáneamente. Focalización, concentración y consciencia constituyen su esencia. Implica dejar ciertas cosas para tratar efectivamente otras”*.

Según James, en la atención se dan dos procesos simultáneamente:

- Acomodación de los órganos sensoriales (oídos, ojos).

- Acomodación anticipatoria que proviene de la corteza cerebral, es decir, una especie de preparación para recibir y procesar la información.

Así pues, para que un objeto sea atendido, se deben activar ambos mecanismos.

Posteriormente, los psicólogos de la escuela de la reflexología rusa Séchenov (1829-1905), Bejterev (1857-1927) y Pàvlov, (1849-1936) estudiaron el carácter fisiológico y genético de la atención centrándose en dos aspectos:

- A) El estudio de los mecanismos neurofisiológicos que controlan la atención voluntaria e involuntaria.
- B) La influencia que el desarrollo socio-cultural, el lenguaje y los procesos simbólicos tienen en la autorregulación de la atención.

En cuanto a la atención voluntaria, los reflexólogos (Séchenov, 1829-1905) estudiaron el funcionamiento de los dos sistemas reticulares; el sistema activador reticular ascendente (SARA) y el sistema activador reticular descendente (SARD); y por otro lado, la autorregulación y acoplamiento de las dos vías entre ellas.

Por su parte, para la escuela conductista (Watson, 1878-1958), la atención no fue objeto de estudio, pero introdujeron conceptos como el arousal o la respuesta de orientación:

Se denomina arousal al nivel de activación fisiológica del organismo, tanto a nivel cerebral como de atención a los estímulos del medio. El arousal está regulado por el sistema de activación reticular (SAR). El nivel de activación psicológica es un continuo que va desde el estado de activación máxima a la ausencia total de activación.

Los conductistas profundizaron los estudios en la respuesta de orientación que ya habían iniciado los reflexólogos, definiendo la conducta atencional a partir de las respuestas comportamentales y las condiciones observables externamente, basándose en la relación estímulo-respuesta.

La escuela Gestalt (Wertheimer, 1880-1943; Köhler, 1887-1967 y Koffka, 1886-1941), entendió la atención como parte de la percepción. Entre sus aportaciones destaca un conjunto de leyes sobre el modo en que

perceptualment agrupamos los estímuls: la ley de proximidad, similitud, continuidad, del cierre, del destino común, de la buena forma y la relación fondo-figura.

La organización estructural de la percepción, de acuerdo con las leyes de la Gestalt permite ordenar sensaciones dispersas y conformar una Buena Figura. Estas leyes determinan tanto la dirección de la atención como el volumen de la misma.

A mediados del siglo XX el cognitivismo (Jean Piaget, 1896-1980) expuso el planteamiento mentalista, considerando la mente como sistema que procesa información y donde la atención retoma un papel importante. Los estudios relacionados con la atención se centran en tres aspectos:

1. Atención selectiva: capacidad de atender a determinados estímulos ignorando otros también presentes, pero no significativos
2. Atención dividida: se trata de la capacidad de atender a varias tareas simultáneamente.
3. Atención sostenida: capacidad de concentrar nuestros recursos y permanecer alerta durante largos periodos de tiempo.

Se establecen así las tres dimensiones básicas de la atención.

Según Posner (1990), la atención se materializa en tres redes de áreas:

REDES ATENCIONALES	
1.	red atencional posterior
2.	red atencional anterior
3.	red atencional de vigilancia.

Tabla 1. Redes atencionales

Aunque estas redes no son excluyentes mutuamente ni abarcan todos los aspectos de la atención, constituyen un buen punto de partida para revisar lo que se conoce actualmente acerca de los mecanismos atencionales del cerebro humano (Posner y Rothbart, 1991).

La red atencional posterior, conectada anatómicamente con los dos restantes, está formada por parte de la corteza parietal, por ciertas áreas talámicas (el núcleo pulvinar y núcleos reticulares) y partes de los colículos superiores del cerebro medio (Posner y Petersen, 1990).

Existen redes similares relacionadas con otras modalidades sensoriales (Posner, 1990), aunque la mayor parte de los datos existentes hacen referencia a la *atención visual*.

Por su parte, la red atencional anterior está formada anatómicamente por áreas de la corteza prefrontal medial, incluyendo la parte anterior del giro cingular, los ganglios basales y el área motora suplementaria superior. Probablemente, los datos más importantes a favor de esta red atencional son los procedentes del estudio de la actividad cerebral durante la detección de estímulos objetivo.

Las redes atencionales posterior y anterior están relacionadas anatómicamente, como muestran los estudios realizados con primates (Goldman-Rakic, 1988), y funcionalmente, como sugiere el hecho de que podamos dirigir la atención basándonos en estrategias o criterios cognitivos de alto nivel.

No obstante, estas dos redes también pueden actuar de manera bastante independiente (Posner, Sandson, Dhawan y Shulman, 1989).

En general, parece que el grado de independencia entre ambas redes está relacionado con la cantidad de actividad mental que hay que mantener activa para realizar la tarea primaria (Posner, 1988).

Por último, la red atencional de vigilancia está formada por las proyecciones norepinefrinérgicas a la corteza cerebral procedentes del locus coeruleus.

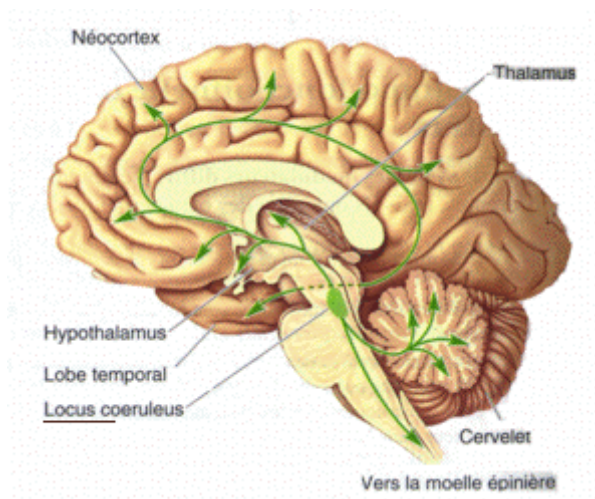


Fig. 1. Hipotálamo, locus coruleus.

Así, la actividad de esta red aumenta notablemente, sobre todo en el lóbulo frontal derecho, cuando se pide a los sujetos que mantengan el estado de alerta durante el período previo a su respuesta en una prueba de tiempo de reacción o cuando deben atender a alguna fuente de señales para detectar la aparición poco frecuente de un estímulo (Posner y Petersen, 1990).

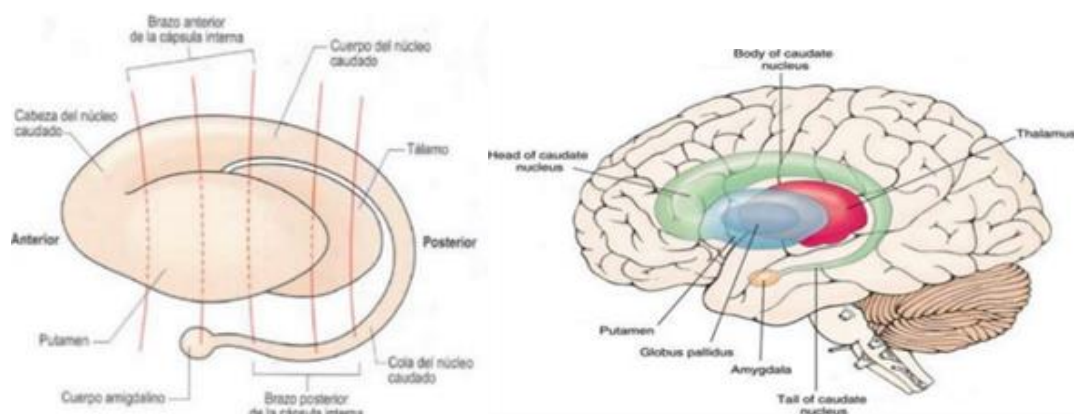


Fig.2 Anatomía cerebral.

Las neuronas de la novedad están en el hipocampo y ganglios basales, se habitúan a un estímulo y dejan de dar respuesta, reaccionando ante cualquier modificación de este estímulo.

2.1.2 FACTORES QUE DETERMINAN LA ATENCIÓN

Existen diversos factores que determinan la atención y a los cuales dividiríamos en dos grandes grupos:

1. Factores endógenos, internos o de arriba abajo (top-down)
2. Factores exógenos, externos o de abajo a arriba (bottom-up).

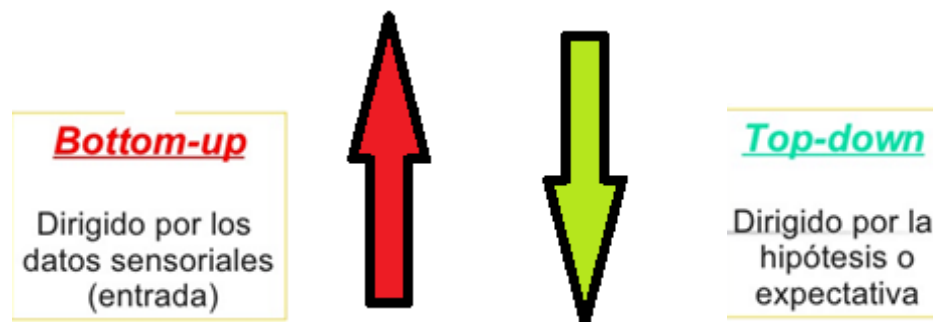


Fig. 3. Tipos de procesamiento (Lindsay, 1972, Norman, 1976)

1. Factores endógenos, internos o de arriba abajo (top-down): Son los propios del individuo, sus necesidades, intereses y expectativas, como el nivel de activación o arousal que determina la capacidad de atención.
 - ♦ Como se ha mencionado anteriormente, el término de arousal se refiere al nivel de activación psicológica gracias al cual somos más perceptivos, se ha estudiado ampliamente la relación entre arousal/activación y rendimiento (Landers, 1980; Oxedine, 1970).

Según la teoría conocida anteriormente como ley de Yerkes y Dodson (1908), al aumentar la activación se produce un incremento progresivo del rendimiento hasta un punto óptimo, cuando los niveles de excitación se

vuelven demasiado altos, el rendimiento disminuye. El proceso se ilustra a menudo gráficamente como una curva en forma de campana que aumenta y luego disminuye con mayores niveles de excitación:

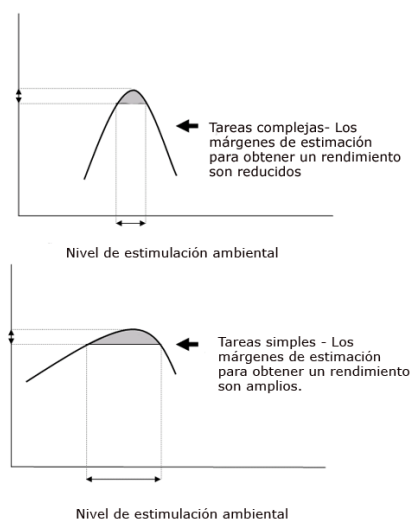


Fig.4. Rendimiento-estimulación ambiental

Como ya hemos mencionado, los intereses y expectativas del individuo tienen también influencia en un mejor rendimiento.

Por otro lado, los estados transitorios del individuo influyen también en la actividad atencional, estados de fatiga, estrés o sueño (Fernández-castillo et al. 2009)

Estudios más recientes (Roebuck, 2016), sugieren que la atención decae durante las tareas prolongadas continuas (CPT) Los resultados sugieren que la propensión al error y las variaciones del tiempo de reacción en las CPTs no pueden interpretarse únicamente como evidencia de falta de atención.

También reflejan influencias específicas del estímulo que deben ser consideradas al probar hipótesis sobre déficits específicos de atención sostenida en poblaciones con diferentes trastornos del desarrollo.

2. Factores exógenos, externos o de abajo a arriba (bottom-up): provienen de las características de los estímulos que captan la atención (Ruiz, Cansino, 2005):

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTIMULOS	
COLOR	Color más que B/N.
TAMAÑO	Mayor tamaño, mayor atención.
POSICION	Izquierda sobre derecha y superior sobre inferior.
MOVIMIENTO	Los estímulos en movimiento atraen más que los fijos.
RELEVANCIA	Nivel de significación mayor para el sujeto aumenta interés.
INTENSIDAD	Los estímulos más intensos, mayor atención.
COMPLEJIDAD	Cuántos más elementos contiene, mayor atención.

Tabla 2. Características de los estímulos

La atención se dirige hacia el estímulo que se distingue radicalmente de los demás, provocando el llamado *reflejo de orientación*:

El fenómeno fue descrito por primera vez por Sechenov en su libro de 1863, *Reflexes of the Brain*, y el término fue acuñado por Pàvlov (1849-1936), quien también se refirió a él como reflejo. La respuesta de orientación es una reacción a la novedad.

2.1.3 CLASIFICACIÓN

James (1890) fue pionero en proponer una clasificación de la atención:

1. En función del objeto al que se dirige:
 - 1.1 Sensorial
 - 1.2 Intelectual
2. En función del interés que la causa:
 - 2.1 Inmediata
 - 2.2 Derivada
3. En función del modo como es controlada:
 - 3.1 Pasiva o involuntaria
 - 3.2 Activa o voluntaria

LA ATENCIÓN (W. James, 1890)					
objeto al que se dirige		interés que la causa		cómo es controlada	
Sensorial	Intelectual	Inmediata	Derivada	Pasiva	Voluntaria

Tabla 3. Clasificación Atención (James, 1890)

Partiendo de estos criterios resultarían ocho combinaciones posibles de atención, pero sólo seis son plausibles ya que la atención voluntaria no puede ser inmediata.

1. Atención sensorial pasiva inmediata: es activada por un estímulo sensorial en virtud a su intensidad, impacto o sorpresa y predomina en la niñez.
2. Atención sensorial pasiva derivada: su activación procede de la asociación del estímulo en cuestión a otro que si despierta interés.

3. Atención intelectual pasiva inmediata: se corresponde con la abstracción de la mente, la situación de estar absortos por el curso de los propios pensamientos.
4. Atención intelectual pasiva derivada: la abstracción no proviene del propio pensamiento sino de la asociación de estas ideas con algo que las hace interesantes.
5. Atención sensorial activa: se da cuando el sujeto realiza un esfuerzo por distinguir el estímulo objeto entre otros más potentes, por ejemplo, el ruido.
6. Atención intelectual activa: atención voluntaria a una idea o pensamiento.

De esta última, de la capacidad para mantener la atención durante largo periodo de tiempo depende la riqueza y variedad de ideas.

<i>Tipos de Atención</i>	
Atención sensorial pasiva inmediata	predomina en la niñez
Atención sensorial pasiva derivada	asociación del estímulo a otro que si despierta interés.
Atención intelectual pasiva inmediata	Abstracción de la mente
Atención intelectual pasiva derivada	Abstracción de la mente por asociación de ideas.
Atención sensorial activa	Esfuerzo por mantener atención por encima de otros estímulos.
Atención intelectual activa	Atención Voluntaria a una idea o pensamiento.

Tabla 4. Tipos de atención (Gomila, 2000)

La atención voluntaria mejora la percepción de la ubicación del estímulo. Por lo tanto, la atención voluntaria afecta al rendimiento en los experimentos diseñados en torno a la precisión y el tiempo de reacción.

La atención involuntaria afecta a una decisión en cuanto a qué lugar debe responder. Debido a que la atención involuntaria no cambia la representación perceptual, afecta al rendimiento en los experimentos de tiempo de reacción, pero no en los experimentos de precisión (Prinzmetal et al. 2005).

Desde otro punto de vista, podemos distinguir: atención selectiva, atención sostenida y atención dividida.

- Atención sostenida: es la capacidad de concentración que nos permite mantener el foco de la atención, resistiendo el incremento de fatiga a pesar del esfuerzo y de las condiciones de interferencia y distracción. Es un mecanismo complejo que implica la interacción de aspectos motivacionales más que cognitivos.
- Atención selectiva: es la capacidad que nos permite seleccionar voluntariamente e integrar estímulos específicos o imágenes mentales concretas. Es el componente que nos permite categorizar las cosas y realizar un adecuado tratamiento de la información inhibiendo los rasgos irrelevantes.
- Atención dividida: es la capacidad que nos permite alternar entre 2 o más focos de atención. Puede ser entre 2 estímulos diferentes, o entre un estímulo y una imagen mental.

2.1.4 ATENCIÓN VISUAL DINÁMICA SOSTENIDA

2.1.4.1 ATENCIÓN SOSTENIDA

Se denomina atención sostenida a la capacidad del individuo para mantener el foco de atención durante largos periodos de tiempo (Castillo, 2009).

En esta línea se han desarrollado diversas teorías para explicar porque la atención decrece durante la tarea. Estudios que se centran en el componente cognitivo o teorías basadas en el componente fisiológico:

- Teoría de la expectativa (Baker, 1959) según la cual el observador formula expectativas sobre la probabilidad de ocurrencia de la señal basándose en la experiencia previa.
- Teoría de la detección de señales o TDS (Green y Sweets, 1966): permite evaluar y descomponer de forma independiente los componentes del proceso perceptivo: el sensorial y el cognitivo. Dember y Warm (1990) sostienen que en los estudios basados en la TDS decrece tanto la tasa de aciertos como de falsos positivos.
- Teoría del arousal, excitación o activación fisiológica (Deese, 1955; Scott, 1957), para esta teoría el estado de activación del organismo en el momento de realizar la tarea es un factor determinante en su rendimiento.
- Teoría de la habituación (Mackworth, 1968) el concepto se refiere a la disminución de la sensibilidad de las neuronas del córtex por la estimulación repetida.

Sin embargo, ninguna de estas teorías determina manera convincente cual es el complejo que lleva a cabo la atención sostenida. Parasuraman y Davies (1984) presentaron algunas de las razones por

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

© Universitat Politècnica de Catalunya, any 2017. Tots els drets reservats

la cuales estas teorías fracasan: el hecho de que cada teoría aborde un aspecto distinto como causa del fenómeno atencional dificulta extraer conclusiones definitivas. Considerar que en la vigilancia no están involucrados numerosos mecanismos y por último considerar que el rendimiento total y el decremento en la tarea puedan estar regulados por el mismo proceso y no por distintos (Caggiano y Parasuraman, 2004).

Actualmente, esta última idea de Parasuraman ha cobrado fuerza como bien muestra que las investigaciones se centren en estudiar el requerimiento cognitivo más que los aspectos psicofísicos.

2.1.4.2 ATENCIÓN VISUAL

La mirada espontánea parece estar determinada por dos propiedades generales de los estímulos: características físicas y comparativas.

Los estudios en los que se han registrado fijaciones oculares coinciden en que el tamaño, la intensidad y el movimiento son los factores más determinantes de la atención y los estímulos grandes, brillantes y/o móviles los que sobresalen (Dember y Warm 1990).

Es conocido que la atención visual y los movimientos sacádicos están relacionados, pueden actuar en respuesta a un estímulo visual repentino y de forma involuntaria con ejecución de abajo a arriba o bien pueden iniciarse por el observador de forma voluntaria, en este caso, con ejecución de arriba abajo (Crespo, 2006).

Existen posiciones teóricas contradictorias respecto a la relación entre atención y movimientos sacádicos. Para unos la atención precede siempre a dichos movimientos y para otros, aunque ambos mecanismos

tienen un destino común, actúan de manera independiente. Estos planteamientos han dado lugar a dos modelos:

Modelo de control compartido: esta teoría premotora sostiene que la atención no puede ser mantenida en un punto mientras los ojos se desplazan a otra localización (Rizzolatti et al.1987, 1994).

Modelo de control independiente: según el cual existen dos mecanismos independientes para el control de las sacadas y los cambios atencionales que a su vez tienen procesamiento separados a nivel cerebral (Stelmach et al.1997).

El conocimiento actual acerca de las vías visuales del cerebro nos indica que para reconocer y distinguir el posicionamiento de los objetos se han de activar tanto la vía visual dorsal como la vía visual ventral:

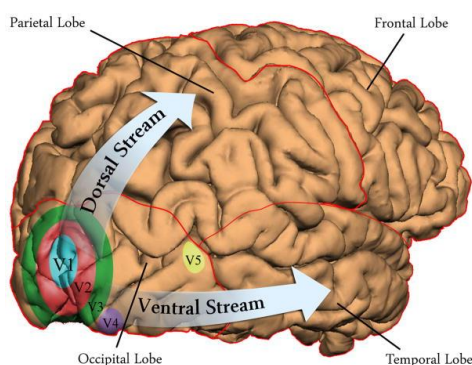


Fig.5. Vías visuales (Posin, 2010)

La Vía visual dorsal se dirige a los lóbulos parietales dorsales desde las áreas visuales situadas en los lóbulos occipitales. (Carter, 2011). Responsable de detectar dónde se encuentran los objetos en el espacio.

Algunos de los procesamiento llevados a cabo en estas áreas son el cálculo de la posición del objeto con respecto al observador, dónde se encuentra el

objeto, a qué velocidad se mueve o a qué distancia se encuentra del observador.

Su función no requiere actividad consciente, posibilitando una gran cantidad de acciones automáticas, o reflejas, como por ejemplo esquivar un objeto que se nos acerca a demasiada velocidad.

La Vía visual ventral también comienza su recorrido en las áreas visuales, pero se dirige hacia los lóbulos temporales (Carter, 2011). Puede comparar los objetos conceptualmente, es decir para determinar de qué objeto se trata.

El procesamiento del estímulo que se sigue por la Vía Ventral es más mucho más complejo y lento que el de la Vía Dorsal. Es decir, para reconocer un objeto, el cerebro necesitará varios procesos que determinan la forma, el color y la profundidad.

Luego esta representación del objeto es comparada con los propios recuerdos, en el borde inferior del lóbulo temporal, donde lo reconoce.

Cuando el objeto es reconocido, el contenido es enviado a los lóbulos frontales, donde se evalúa su significado e importancia, y la percepción se torna consciente.

Recordamos el modelo de visión de Skeffington (1927) que sienta las bases de la optometría comportamental y su relación con la atención y la cognición:

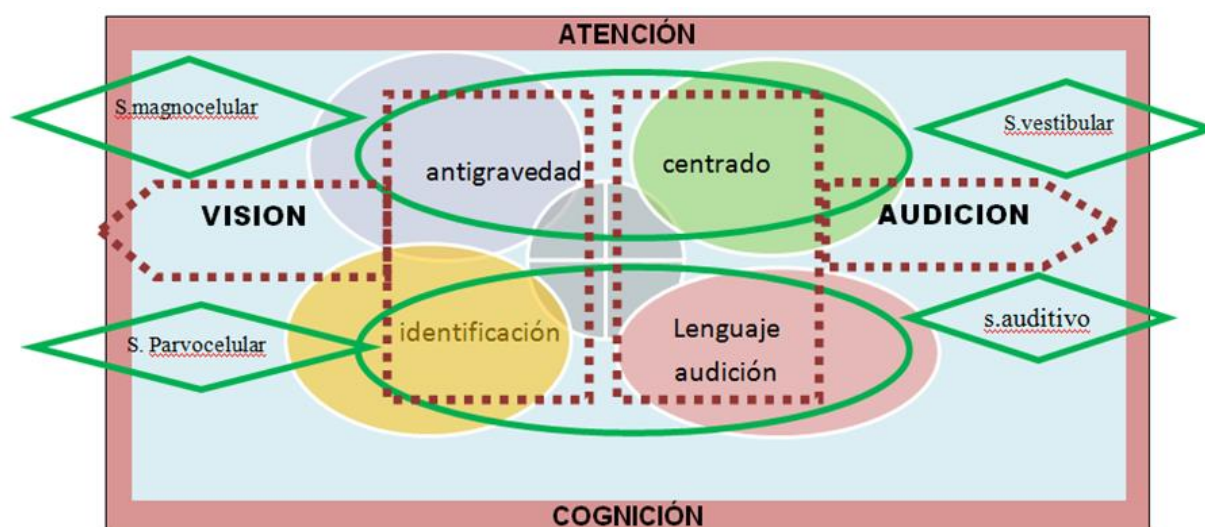


Fig. 6. Círculos Skeffington (1927)

Citando a Manel Roure (2016) en su libro “Optometría Holística”: “Uno de los legados que nos dejó Skeffington fue el concepto de la visión con el organismo y el entorno”.

Las vías dorsal y ventral impulsadas predominantemente por los sistemas magnocelular (M) y parvocelular (P), respectivamente, asumen papeles principales en los modelos de procesamiento de la información visual. Aunque en propuestas anteriores, las vías dorsal y ventral correspondían a la visión no consciente y consciente, respectivamente, el modelo reciente y desarrollos empíricos indican que cada vía juega un papel importante tanto en la visión no consciente como consciente (Breitmeyer, 2014).

En estos modelos, la vía P ventral consta de una sub-ruta de procesamiento de características del contorno de un objeto, por ejemplo, curvatura y otra de transformación de sus atributos de su superficie, por ejemplo, color.

En la vía ventral se activa el procesamiento no consciente de las características de contorno y de superficie. La actividad de la vía M dorsal contribuye directamente a la visión consciente de movimiento e indirectamente



a la visió del objecte mitjançant la projecció a la corteza prefrontal, que a su vez inyecta la activitat neuronal de dalt cap a baix en la via P-ventral i participa en processos considerats necessaris per a la visió conscient.

2.1.5 DETERIORO NEUROCOGNITIVO ASOCIADO A LA EDAD

El cerebro, como el resto de órganos del ser humano, se va deteriorando con la edad y su funcionamiento va decayendo en paralelo.

Habitualmente las personas mayores formulan quejas relacionadas con los fallos de memoria que comportan una serie de limitaciones en referencia a la autonomía y la calidad de vida. El origen de esta pérdida puede tener relación con una patología orgánica, un trastorno cerebral o simplemente una falta de ejercitación. Autores como Yesavage (1986), Lehr (1976) o Stengel (1979) han concluido que para mantener el sentimiento individual de bienestar los ancianos han de mantenerse cognitivamente activos.

Es, por tanto, habitual que con el paso de los años se haga evidente una paulatina pérdida de habilidades cognitivas o intelectuales, como un empeoramiento de la memoria, menor agilidad mental, más despistes, mayor dificultad para hacer varias cosas a la vez, menor capacidad de concentración, o reflejos enlentecidos (Rowe y Khan, 1997).

Estos son signos naturales en lo que se denomina envejecimiento normal que por otro lado pueden ser reducidos en parte con una actividad mental y física llevada a cabo de forma ordenada y constante. Recientes estudios (Jiang et al. ,2017), ponen de manifiesto que las capacidades cognitivas se pueden entrenar en personas de edad avanzada.

Por eso es habitual, que estos signos sean más evidentes tras la jubilación si la persona pasa de una alta tasa de actividad a una rutina con un escaso nivel de exigencia; o que personas que mantienen a pesar

de los años hábitos físicos saludables y una vida mentalmente activa (lectura, participación en asociaciones u otras actividades de voluntariado, cuidado de los nietos, etc.) noten en menor medida los signos del envejecimiento.

El déficit en la atención selectiva se ha explicado por la dificultad de discriminación entre estímulos relevantes e irrelevantes, lo que significaría que se trata de un problema perceptivo (Sánchez Gil, I, 2008)

Las alteraciones que puedan presentarse en la atención del adulto mayor están íntimamente relacionadas con la motivación que despierte la tarea que se esté realizando (Loiaza,2016), y con las alteraciones perceptivas que pudieran estar asociadas a la edad, de tal manera que, en condiciones ambientales desfavorables, la atención mantenida podría debilitarse, mientras que, en entornos estimulantes y tareas de interés, podría lograrse una optimización.

La edad se asocia habitualmente a una disminución general en diversos procesos, como la velocidad de procesamiento, la memoria de trabajo o la interacción entre ambas, la interferencia proactiva o la dificultad para inhibir estímulos irrelevantes, entre otros procesos cognitivos (Hadas, 2016).

La edad también está asociada a la dificultad en la realización de movimientos sacádicos en la dirección adecuada (Fan,MWong,2017). Los adultos mayores pueden tener que hacer frente a problemas motores relacionados con el envejecimiento, es altamente probable que afecte al aprendizaje y control motor. Por ejemplo, los adultos mayores pueden sufrir de mala función motora y empeorar su calidad de vida debido a los cambios oculares relacionados con la edad. Estos cambios adversos en la visión resultan en el deterioro de la automaticidad movimiento, componente fundamental de las funciones visuomotoras.

La investigación sobre envejecimiento y procesos cognitivos (Muiños, 2014) se ha centrado en una perspectiva del crecimiento y declive cognitivo, donde prevalecen los estereotipos negativos y donde se establecen evidencias acerca de las pérdidas asociadas a la edad, evolucionando desde la ganancia a la progresiva pérdida de habilidades cognitivas.

Este punto de vista, según el modelo Catell-Horn-Carroll (, ha estado normalmente asociado a los términos:

Hardware, inteligencia fluida o inteligencia A (relacionada con el sustrato biológico y con la arquitectura neurofisiológica) velocidad de procesamiento de la información, los procesos ejecutivos y de precisión, la memoria a largo plazo, la memoria visual y motora, y los procesos de discriminación y comparación (Schneider et al., 2012).

Software, inteligencia cristalizada o inteligencia B, relacionada con lo social y lo pragmático-cognitivo. Donde influye el conocimiento sobre el mundo que nos rodea, la forma de proceder en cada caso y la sabiduría en general.

Se considera que intervienen mecanismos de adaptación y compensación (Baltes,1993), mediante los cuales las personas mayores podrían estar coordinando esas pérdidas y ganancias, optimizando sus recursos. Además, teniendo en cuenta la neuroplasticidad (Gilbert,2009; Negredo, 2007; Pharm, 2004), el envejecimiento cognitivo no seguiría este modelo lineal de la ganancia a la pérdida cognitiva.

Investigaciones recientes (Carriere et al, 2010) han revelado una reducción relacionada con la edad en los errores en una tarea de atención sostenida, lo que sugiere que estas habilidades mejoran con la edad, contradiciendo así a los datos existentes sobre el rendimiento cognitivo,

concretamente se evaluó el rendimiento en la respuesta de atención sostenida en una muestra de 638 individuos de entre 14 y 77 años de edad. Los errores de Atención sostenida y velocidad de respuesta tendieron a disminuir de forma lineal en función de la edad en todo el rango de edad estudiado. Por el contrario, otras medidas de atención sostenida (reacción de coeficiente de variación de tiempo, anticipación y omisiones) mostraron una disminución en los de menor edad y luego se mantuvieron sin cambios durante el resto de la vida. Por lo tanto, la atención sostenida muestra mejoras en la adultez temprana, pero luego no cambia con el envejecimiento en los adultos mayores. Por otro lado, el envejecimiento a través de todo el ciclo de vida conduce a un estilo más estratégico de respuesta que reduce las consecuencias manifiestas y críticas de la desconexión momentánea de la tarea (lapsus de atención).

Sobre los cambios cognitivos asociados a la edad se han realizado diversos estudios conductuales, en los que se evalúa a los participantes en función de las puntuaciones que han obtenido en una serie de tareas en las que se valoran diferentes procesos neuropsicológicos como la memoria de trabajo visuoespacial y verbal (Kumar y Priyadarshi, 2013; Park et al., 2002) y la memoria a largo plazo (Park et al., 1996)

En cuanto a la atención, el estudio de Commodari et al. (2008) demuestra una notable reducción relacionada con la edad, pero esta disminución no implicaría a todos los componentes de la atención. Los sujetos de más de 60 años muestran una progresiva desaceleración en el procesamiento de tareas complejas y una capacidad reducida para inhibir estímulos irrelevantes.

Los adultos mayores, tendrían más dificultad que los jóvenes para inhibir la información irrelevante, por lo que algunos estudios sugieren que sería el causante principal de que en determinado tipo de tareas los mayores obtengan peores puntuaciones (Linderberger, 2014).

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

© Universitat Politècnica de Catalunya, any 2017. Tots els drets reservats

Estos mecanismos, la memoria de trabajo, la dificultad en inhibir estímulos irrelevantes, la dificultad de cambiar de una tarea a otra y, en general, gran parte de los procesos ejecutivos y la velocidad de procesamiento, no actuarían de manera individual, sino que estarían interaccionando mutuamente, dando como resultado una peor realización en las tareas cognitivas en las personas mayores. Por lo tanto, conviene estudiar el tema desde una perspectiva de interacción entre diferentes áreas (Park et al., 1996, 2001, 2002).

Existen también una serie de procesos perceptivos que también se deterioran con la edad. Centrándonos en el sistema visual, gran cantidad de estudios revelan que los adultos mayores muestran peores resultados en tareas de movimientos sacádicos (Butler et al, 1999), de localización visual espacial y discriminación del movimiento de los estímulos visuales (Paquette y Fung, 2011) y de búsqueda visual en general (Long y Crambert, 1990).

En el estudio de Butler et al. (1999) se determinó que los adultos mayores cometen más errores que los jóvenes en la dirección de los movimientos sacádicos. En dicho estudio, la tarea de los participantes consistía en dirigir la mirada hacia el lado opuesto en el que aparecía periféricamente un estímulo. Este tipo de tarea requiere realizar un movimiento sacádico intencional, puesto que la respuesta natural y predominante es el movimiento sacádico reflejo hacia la dirección en la que se encuentra el estímulo. La tarea consiste, por lo tanto, en inhibir una respuesta refleja para realizar una respuesta visual voluntaria. Estos autores encontraron que las personas mayores tenían más dificultades que los jóvenes en inhibir los movimientos sacádicos reflejos, mecanismos que relacionan con la hipótesis del déficit inhibitorio; es decir, con la dificultad general que tienen los mayores en inhibir respuestas irrelevantes. Así, estos resultados apoyan la opinión de la disminución de la eficacia del control inhibitorio con la edad (Hasher y Zacks, 1988; Hasher, Zacks, & May, 1999).

Se ha encontrado que la percepción del movimiento y de la velocidad de un estímulo visual también es peor en adultos mayores que en los jóvenes (Ball y Sekuler, 1986; Snowden y Kavanagh, 2006). Sin embargo, cuando se incrementa la duración del estímulo, la ejecución de los mayores se asemeja a la de los jóvenes (Bennet, Sekuler y Sekuler, 2007).

En cuanto a la localización espacial de un estímulo presentado brevemente entre una serie de distractores, se ha encontrado que los adultos mayores cometían más errores que los jóvenes (Owsley et al., 2000) y que dichos errores aumentaban cuanto más periférico era el estímulo. Los autores concluyen que los mayores suelen tener más problemas en el proceso preatencional de localización espacial. Si falla este proceso, necesario para concentrar la atención hacia una localización relevante que debe ser atendida, el perceptor no será capaz de procesar adecuadamente el estímulo, lo que dará lugar a una peor ejecución de las tareas de atención visual.

3. OBJETIVOS e HIPOTESIS

3.1 Objetivos

Estudiar el efecto de la velocidad en la eficacia en una tarea de atención visual sostenida a estímulos dinámicos.

Estudiar la atención visual sostenida a estímulos en movimiento en diversas muestras de observadores: adolescentes (11-14 años), jóvenes (18 -25 años), adultos jóvenes (40-50 años) y adultos mayores de 65 años y analizar diferencias.

Estudiar el tiempo de reacción simple en diversos grupos de edad y analizar diferencias.

3.2 Hipótesis

Se proponen las siguientes hipótesis según la literatura consultada y los objetivos propuestos:

1. Existe una influencia de la velocidad del estímulo en la atención visual sostenida de forma que ésta disminuye al aumentar la velocidad del desplazamiento (Aznar-Casanova et al, 2005).
2. El rendimiento en la atención visual dinámica sostenida en adultos mayores será inferior al de los jóvenes (Ball y Skuler, 1986; Hasher y Zacks, 1988; Hasher, Zacks y May, 1999; Parasuraman y Giambra, 1991; Snowden y Kavanagh, 2006).
3. Se espera que el paso del tiempo (comparación: antes/después) deteriore el rendimiento en la tarea de atención visual dinámica, según

sugieren estudios recientes con respecto a las tareas continuas prolongadas (Roebuck, 2016).

4. La atención sostenida mejora en la adultez, pero no cambia con el envejecimiento (Carriere et al, 2010) y el rendimiento en procesos cognitivos en general alcanza su máximo a los veinticinco años de edad y comienza su declive alrededor de los sesenta (Gauvrit et al, 2017). Partimos de la hipótesis que sucede lo mismo con la atención visual dinámica sostenida.

4. METODOLOGIA

4.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se trata de un estudio de diseño experimental intrasujeto /intergrupos donde se han seleccionado 4 grupos de edad y donde la variable dependiente es la atención visual dinámica sostenida operativizada en la eficacia (tiempo/acierto).

4 (Grupos-edad) X 2(tiempos: antes-después) →

Variable Dependiente= Atención Visual Dinámica Sostenida.

4.2 ESTRUCTURA DE LA PRUEBA (TEST)

2 (Velocidades) x 4 (Posiciones iniciales: X, Y) x 4 (Colores) X 2 (Trayectorias) = 64 pruebas por bloque.

La variable relevante manipulada (variable independiente) es la Velocidad de los 4 puntos móviles generada al azar. Dependiendo de la condición de prueba aplicada son:

C2 (velocidad media) = {400, 430, 460, 490}

C3 (velocidad rápida) = {800, 830, 860, 890}

Se generan a partir de las siguientes ecuaciones lineales:

CONDICION-2: Velocidad de los 4 puntos:

$$V_{cp1} = 400 + 0x = 400;$$

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

© Universitat Politècnica de Catalunya, any 2017. Tots els drets reservats

$$V_{cp2} = 400 + 1x = 430;$$

$$V_{cp3} = 400 + 2x = 460;$$

$$V_{cp4} = 400 + 3x = 490;$$

CONDICION-3: Velocidad de los 4 puntos:

$$V_{cp1} = 800 + 0x = 800;$$

$$V_{cp2} = 800 + 1x = 830;$$

$$V_{cp3} = 800 + 2x = 860;$$

$$V_{cp4} = 800 + 3x = 890;$$

La posición inicial (X, Y) de los 4 elementos móviles es aleatorizada:

(-600, 150), (-600, 50), (-600, -50) y (-600, -150).

El color del pixel en cada ensayo es generado al azar.

Los colores usados son:

1= Rojo,

2= Verde;

3= Gris-claro,

4= Amarillo.

Las Trayectorias lineales oblicuas de los 4 elementos móviles es aleatorizada.

Las pendientes de las rectas vienen dadas por la ecuación:

$$\text{Slope}_1 = \tan((Y+X/8)/X); \quad \text{Slope}_2 = \tan((Y+X/-8)/X);$$

4.3 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Inicialmente Se intentó equiparar por sexos y trabajar con una muestra de 15 participantes de cada grupo de edad, pero finalmente algunos de los sujetos estudiados fueron excluidos del estudio por realización incompleta de la prueba.

La distribución de pacientes quedó de la siguiente forma, reduciendo el número total de individuos a 53.

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4	
adolescentes (12,5±1,29 años)		jóvenes (22,16±2,48años)		Adultos jóvenes (40±2 años)		A. mayores (78,71±7,29años)	
F	M	F	M	F	M	F	M
6	5	11	4	7	8	7	5

Tabla 5: participantes

Criterios de exclusión:
1. Problemas de atención y patologías cognitivas como demencia senil de los que exista sospecha o diagnosticados.
2. Problemas de visión del color
3. TR elevados (mayor a 3 segundos)
4. Problemas de motricidad fina que les impidan desarrollar la tarea propuesta
5. Agudeza visual corregida de cerca inferior a 0.5

Tabla 6 : Criterios de exclusión.

4.4 MATERIAL

- PC portàtil SONY VAIO pantalla LCD 18,4''
- Programa informàtic DynVisAtt (Aznar, 2014) para determinar la atención visual a estímulos en movimiento.

4.5 PROCEDIMIENTO

0. Consentimiento informado y registro de datos personales (Nombre, Fecha de nacimiento, años de experiencia utilizando PC, horas diarias de uso).

Se respetaron los principios éticos para las investigaciones médicas con seres humanos promulgados por la Asociación Médica Mundial en la declaración de Helsinki (1964-2008) referentes a protección de datos e información facilitada a los participantes.



Figura 6. Test control visuo-motor.

1. Test de control visuo-motor para determinar el TRV

(Para usar este programa es obligatorio hacer click en el botón identificación, tecleando un número (DNI), edad, género y experiencia utilizando PC. Solo cuando se rellenan los tres datos que pide el botón identificación, crea el file_output y deja seguir al usuario. Únicamente cuando hace bien los ensayos de prueba, permite pasar al verdadero Test (botón "Experimento").

2. Prueba de familiarización DynVisAtt

3. Pre-test DynVisAtt (Velocidad 2)

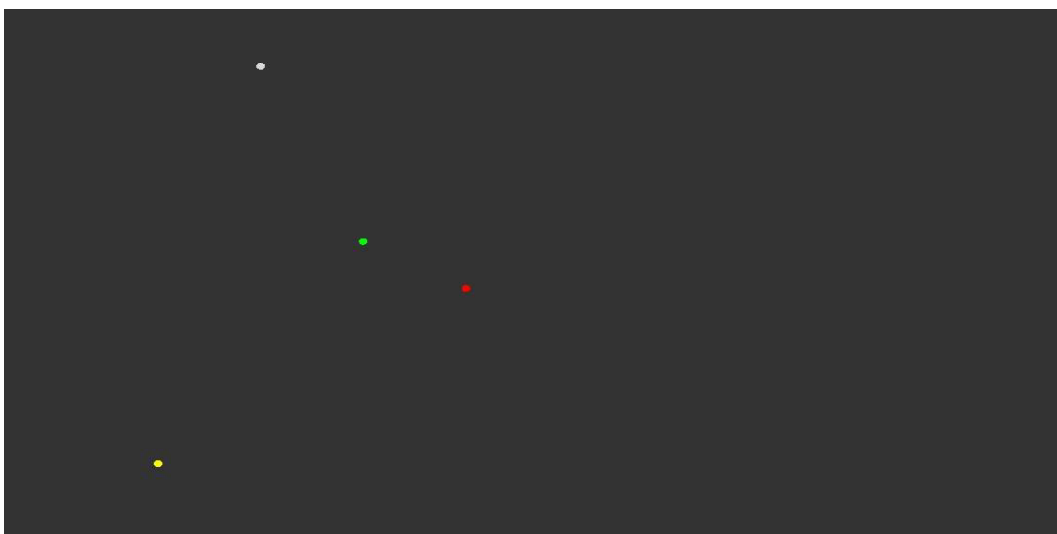


Fig. 7. Pantalla test DynVisAtt

4. Intervención (Ejecución Velocidad 3)

6. Post-test DynVisAtt (Velocidad 4)

5. ANALISIS DE RESULTADOS:

5.1 DESCRIPCIÓN DEL ANALISIS.

Los datos obtenidos han sido analizados mediante el programa estadístico SPSS V.23.

Como ya se ha explicado, en función de la edad se definieron cuatro grupos: Adolescentes (G1), jóvenes (G2), adultos jóvenes (G3) y adultos mayores (G4).

En primer lugar, se ha realizado una estadística descriptiva obteniendo medias y desviaciones estándar de la variable cuantitativa Eficacia o coste temporal del acierto ($\text{Tiempo_Total} / \text{Num_aciertos}$).

Posteriormente se ha llevado a cabo un ANCOVA (análisis de la covarianza) para determinar los efectos de las variables grupo de edad y condición de velocidad en la Eficacia, controlando el efecto del control motor (CM).

La respuesta del sujeto tiene dos componentes:

- 1) Sensorial (velocidad estímulos).
- 2) Motor (pulsar una tecla).

Al medir la respuesta motora podemos definir si la diferencia de eficacia se debe a factores sensoriales o de ejecución motora de la respuesta. Así el ANCOVA ha descontado la influencia del factor motor.

Para examinar el origen de las diferencias entre los grupos de edad, se utilizó el test de Bonferroni, este método conservador garantiza que el nivel de confianza general sea por lo menos $1 - \alpha$.

Con respecto a la variable Control Motor o tiempo de reacción simple, se ha realizado la estadística descriptiva, un análisis de varianza, ANOVA, analizando contrastes a posteriori con el test de Bonferroni.

5.2 ANALISIS DE LA EFICACIA

Grupo Edad * Cond_Vel					
Variable dependiente: Eficacia					
Grupo Edad	Velocidad	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
12.00	V2	2.033	.239	1.560	2.505
	V3	2.535	.239	2.062	3.007
	V4	2.301	.239	1.829	2.774
22.00	V2	2.152	.205	1.747	2.557
	V3	2.390	.205	1.985	2.794
	V4	2.269	.205	1.864	2.674
40.00	V2	2.204	.192	1.824	2.584
	V3	2.370	.187	2.000	2.739
	V4	2.222	.205	1.817	2.627
70.00	V2	2.865	.229	2.413	3.318
	V3	3.577	.220	3.142	4.012
	V4	3.347	.239	2.874	3.819

Tabla 7: Estadística descriptiva de la Eficacia de cada grupo de edad para las diversas velocidades V2= moderada; V3= rápida-pre; V4= rápida-post

Podemos observar en la tabla 7, la estadística descriptiva del coste del acierto en segundos en las tres condiciones de velocidad (V2= moderada; V3= rápida-pre; V4= rápida-post) para los cuatro grupos de edad estudiados.



Fig. 11 Diagrama de barras tiempo de reacción-edad-velocidad.

Observamos que los tiempos de reacción fueron claramente superiores en el grupo de edad de 70±5 años.

5.3 CONTROL MOTOR

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Eficacia					
Origen	gl	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial	Potencia observada ^b
Modelo corregido	12	4.771	.000	.275	1.000
Intersección	1	71.608	.000	.322	1.000
Control Motor	1	3.690	.057	.024	.480
GrupEdad	3	4.896	.003	.089	.903
Cond_Vel	2	3.492	.033	.044	.645
GrupEdad * Cond_Vel	6	.374	.895	.015	.155
Error	151				
Total	164				
Total corregida	163				

a. R cuadrado = .275 (R cuadrado corregida = .217)
b. Calculado con alfa = .05

Tabla 8. ANCOVA de un factor (Eficacia) para comparar el efecto de las variables independientes (GrupEdad y Condición Velocidad) controlando la influencia del control motor.

En la tabla 8 podemos observar que el efecto del control motor resulta marginalmente significativo [$F(1,151)=3,7$; $p<0,057$)] y que, por tanto, tendría influencia en la tarea.

Así mismo, se evidencian como estadísticamente significativos los efectos principales de los factores principales:

- Edad (GrupEdad) [$F(3,151)=4,9$; $p<0,003$]
- Condición de velocidad [$F(2,151)=3,5$; $p<0,033$].

Estos efectos son independientes dado que no existe interacción entre ambos factores.

En todo caso se consideró un valor $p<0,05$ como punto de corte de significación estadística, como suele ser costumbre en estudios clínicos de esta índole

En el caso de la edad, únicamente el grupo de 70 ± 5 años difería significativamente del resto de grupos. Así, con respecto al G1 (12 ± 2 años) se obtuvo una diferencia de medias ($I-J=-0,069$; $p<0,027$), con referencia al G2 (22 ± 3 años) ($I-J=-0,737$; $p<0,006$) y finalmente, con el G3 (40 ± 2 años) ($I-J=-,772$; $p<0,02$).

En cuanto a las condiciones de velocidad, se revelaron diferencias significativas entre Velocidad 2 (moderada) y Velocidad 3 (Pre) con una diferencia de medias ($I-J=-0,399$; $p<0,028$).

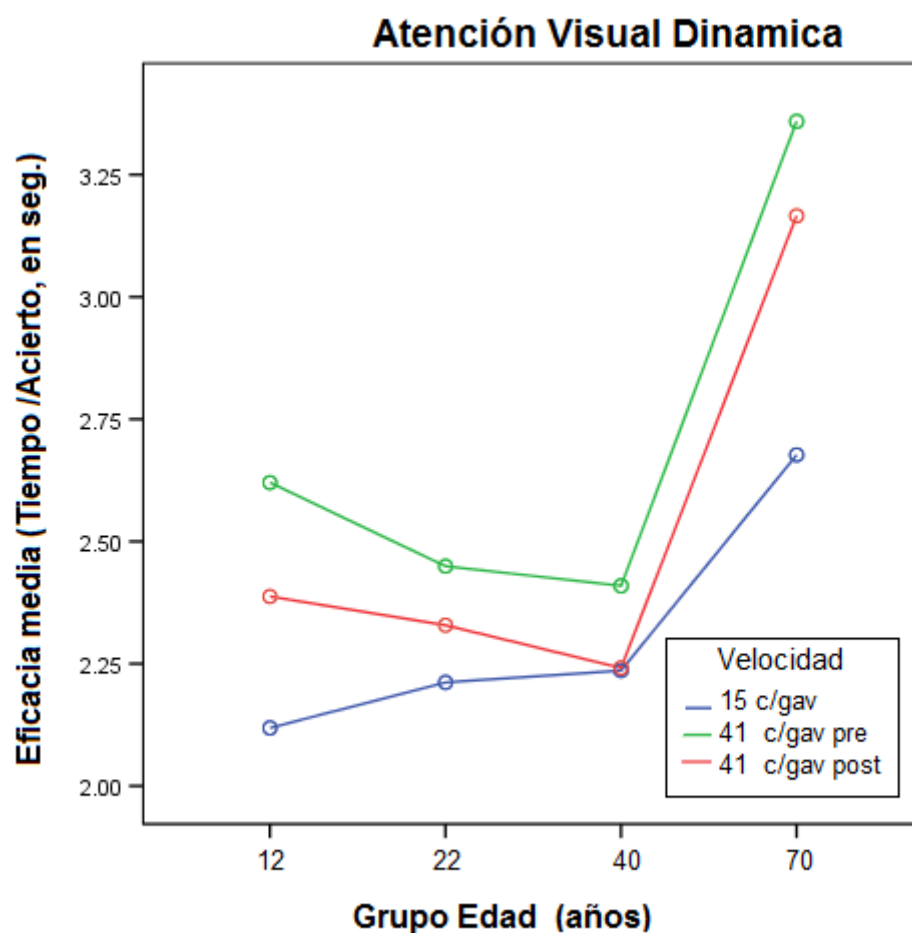


Figura 9. Eficacia (coste temporal del acierto) para cada velocidad en función de la edad (Grupo_edad).

La Figura 9 evidencia que el beneficio obtenido como consecuencia del aprendizaje de la tarea o entrenamiento y práctica de la misma es superior al efecto que podría haber provocado la fatiga. En otras palabras, para que se observe deterioro debería prolongarse la tarea durante más tiempo.

CONTROL MOTOR (TIEMPO DE REACCIÓN)

Descriptivos

CM_Median

Grupo Edad	N	Media	Desviación típica	Error típico
12	11	718.9618	192.78425	33.55943
22	15	770.6753	68.77170	10.25188
40	15	827.9332	204.67985	28.94610
70	12	1278.2150	398.33026	66.38838
Total	53	889.1374	315.52607	24.63845

Tabla 9. Estadística descriptiva del Control Motor o Tiempo de reacción simple en mseg.

El ANOVA de un factor (Edad) evidencia diferencias significativas entre grupos [$F(3,52) = 42,79$; $p < 0,001$], con lo que queda enfatizada la importancia del control motor operativizado en una tarea de tiempo de reacción simple.

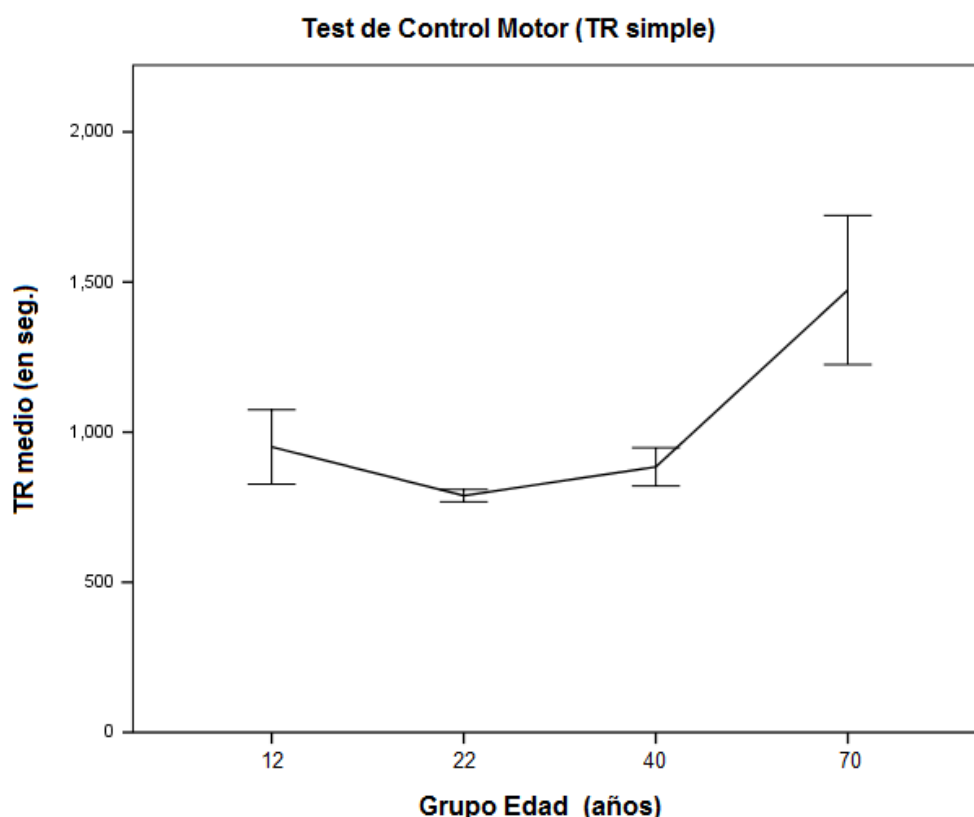


Figura 10. Tiempo de reacción para cada grupo de edad estudiado.

El grupo de mayor edad (70 ± 5 años) difiere de forma significativa de los otros tres grupos, que no se diferencian entre sí. De esta forma, con respecto al G1 (12 ± 2 años) se obtiene una diferencia de medias ($I-J = -559,25$; $p < 0,001$), con referencia al G2 (22 ± 3 años) ($I-J = -507,54$; $p < 0,001$) y finalmente, con el G3 (40 ± 2 años) ($I-J = -450,28$; $p < 0,001$).

6. DISCUSIÓN

Según las últimas investigaciones, el rendimiento en procesos cognitivos en general alcanza su máximo a los veinticinco años de edad y comienza su declive alrededor de los sesenta años (Gauvrit et al, 2017). Partíamos de la hipótesis que sucede lo mismo con la atención visual dinámica sostenida.

En cuanto a nuestra hipótesis inicial de que el paso del tiempo (comparación: antes/después) deteriorase el rendimiento en la tarea de atención visual dinámica, según sugerían estudios recientes con respecto a las tareas continuas prolongadas (Roebuck, 2016), observamos que en nuestra investigación no hay diferencias significativas, en todo caso parece que el aprendizaje prevalece sobre la acción de la fatiga.

En nuestro estudio se pone de manifiesto que el tiempo de reacción aumenta significativamente en el grupo de edad 70 ± 5 años, no observándose diferencias significativas respecto a los otros tres grupos. Podríamos interpretar que el comportamiento de la atención visual dinámica sostenida sufre cambios con la edad que se manifiestan en un declive en la velocidad de reacción, pero no hay un punto claro de corte alrededor de los 25 años.

En cuanto a la dificultad de mantener la atención se observó un incremento progresivo de los tiempos de respuesta con la edad. El entrenamiento de la atención redujo los tiempos de respuesta en los cuatro grupos de edad, especialmente en jóvenes y mayores, coincidiendo en resultados con estudios anteriores (Rodríguez-Ferrer, J.M., 2015).

Algunos estudios (Hüttermann, 2015; Ball y Skuler, 1986; Hasher y Zacks, 1988; Hasher, Zacks y May, 1999; Parasuraman y Giambra, 1991; Snowden y Kavanagh, 2006) han demostrado que en los adultos mayores la atención, sobre todo si debe ser mantenida voluntariamente, disminuye.

Sin embargo, en otros trabajos de investigación (Staub et al, 2014) los sujetos mayores obtuvieron mejores resultados que los sujetos más jóvenes a lo largo de la tarea o bien la atención sostenida mostraba mejoras en la adultez temprana, pero luego no cambiaba con el envejecimiento en los adultos mayores (Carriere et al, 2010).

Por lo que respecta a la influencia de la velocidad del estímulo en la atención visual sostenida se esperaba que ésta disminuyera al aumentar la velocidad del desplazamiento (Aznar-Casanova et al, 2005),

Efectivamente, cuando la velocidad de desplazamiento de la esfera aumenta, disminuye la TA. Corroboramos los resultados de estudios anteriores (Pol, 2015).

Los datos sugieren que el envejecimiento produce un deterioro selectivo y progresivo en la percepción de estímulos. a pesar de que otras investigaciones (Sánchez Gil et al, 2008) han encontrado que existe un mecanismo de adaptación en el que la atención visual favorece especialmente la percepción de aquellos estímulos más difíciles de detectar.

Consideramos que la metodología podría haberse mejorado controlando algunas variables que han podido influir en los resultados tales como las distracciones externas durante la prueba, la hora del día en que se han realizado los test o los errores informáticos que han alterado la validez de algunos exámenes.

Otro factor que influyó en el desarrollo del test fue el hecho de que la experiencia en el uso de equipos informáticos era mucho menor en el grupo de mayor edad.

7. CONCLUSIONES

Se observó una menor eficiencia en los participantes de mayor edad, en la relación “Tiempo de reacción” /” tasa de aciertos”.

Las condiciones de velocidad estudiadas hacen variar la tasa de aciertos (TA) en la atención visual dinámica de forma inversamente proporcional. Es decir, cuando la velocidad de desplazamiento de la esfera aumenta, disminuye la TA.

Se observó un incremento progresivo de los tiempos de respuesta (Control motor) con la edad. El entrenamiento de la atención redujo los tiempos de respuesta en los cuatro grupos de edad, especialmente en jóvenes y mayores.

Los datos sugieren que el envejecimiento produce un deterioro selectivo y progresivo en la percepción de estímulos.

8. FUTUROS TRABAJOS

La Fundación General CSIC (FGCSIC) acaba de presentar su Informe sobre la investigación en envejecimiento (22-3-2017). Las publicaciones sobre envejecimiento han crecido a un ritmo tres veces superior, en el período de 2009 a 2015, al del conjunto de las publicaciones en todos los ámbitos de la investigación en el mundo.

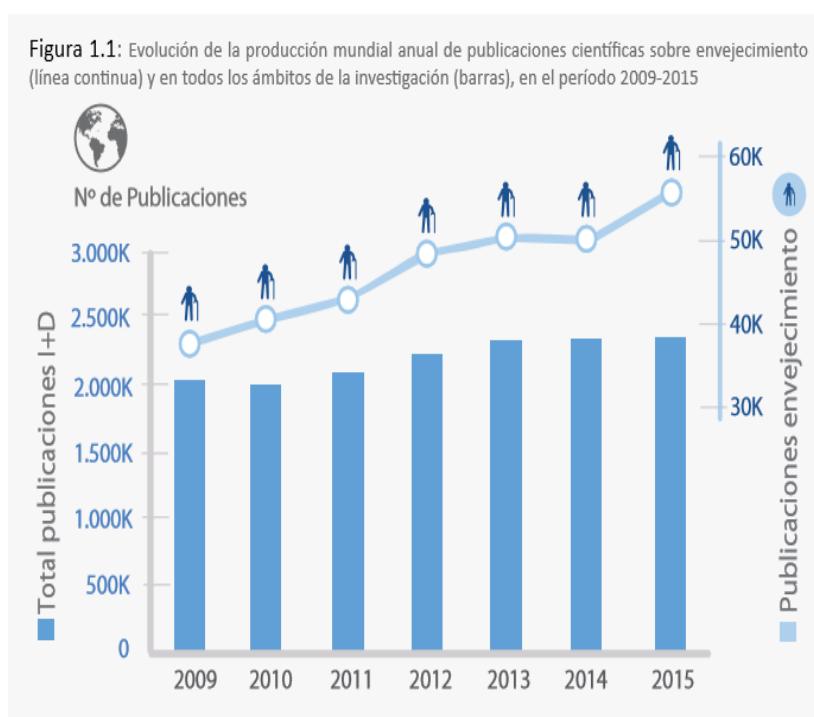


Fig. 11. Evolución de I+D a nivel mundial

Fuente: <https://envejecimientoenred.wordpress.com>

Destaca el creciente interés de la comunidad científica por el estudio del envejecimiento, especialmente en los grandes países productores de ciencia, que suelen coincidir con los que presentan mayor proporción de personas mayores.

El aumento de la aportación de la ciencia española al tema del envejecimiento, en todas sus facetas, supera al de la media mundial.

Las habilidades visuales y atencionales evaluadas en esta investigación, son funciones que se deterioran con la edad. Dado el aumento progresivo de la esperanza de vida, cada vez van surgiendo nuevos retos a los que los investigadores deben enfrentarse: aumento de la proporción de enfermedades neurodegenerativas, mayor declive perceptivo y cognitivo, y menor capacidad de retrasar esos decaimientos porque la capacidad de neuroplasticidad disminuye notablemente con la edad.

Recientes estudios (Jiang y Abiri, 2017) destacan los buenos resultados del entrenamiento cognitivo mediante neurofeedback también en edad avanzada ofreciendo una esperanzadora perspectiva de futuro.

Por otro lado, se ha visto (Meinhardt-Injac Bozana, 2014) que los adultos jóvenes podrían beneficiarse de la retroalimentación en condiciones con las demandas atencionales bajas y altas, y los adultos mayores realizarían mejor las tareas con retroalimentación sólo en ensayos con baja demanda de atención

Este es un campo de estudio que nos atañe también a los optometristas, dado que es necesario seguir profundizando en estas áreas para evitar la disminución de la calidad de vida de personas mayores, la aplicación de optometría comportamental no sólo en la infancia sino también complementando el trabajo de neuropsicólogos, gerontólogos, terapeutas y resto de profesionales de la salud.

Así pues, la realidad actual nos sitúa en un paradigma de trabajo multidisciplinar para contribuir a mantener las capacidades cognitivas y mejorar la función visuo-perceptiva en la población anciana.

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

© Universitat Politècnica de Catalunya, any 2017. Tots els drets reservats

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A

- Anderson et al.; 50 Years of Cognitive Aging Theory. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2017; 72 (1): 1-6. doi: 10.1093 / geronb / gbw108
- Allen HA and Roberts KL (2016) Editorial: Perception and Cognition: Interactions in the Aging Brain. Front. Aging Neurosci. 8:130. doi: 10.3389/fnagi.2016.00130
- Ariel, Robert; Price, Jodi; Hertzog, Christopher. Age-related associative memory deficits in value-based remembering: The contribution of agenda-based regulation and strategy use. Psychology and Aging, Vol 30(4), Dec 2015, 795-808. <http://dx.doi.org/10.1037/a0039818>

B

- Ball KK1, Beard BL, Roenker DL, Miller RL, Griggs DS.1988 Dec;5(12):2210-9. Age and visual search: expanding the useful field of view.
- Ball, K., Owsley, C., Beard, B. (1990). Clinical visual perimetry underestimates peripheral field problems in older adults. Clinical Vision Sciences, 5, 113-125.
- Berger, 2006. Psicología del desarrollo. Ed. Medica Panamericana.
- Burin, D., & Duarte, A. (2005). Efectos del envejecimiento en el ejecutivo central de la memoria de trabajo. Revista Argentina de Neuropsicología, 6, 1-11.
- Bosco, C. Komi, P.; Influence of aging on the mechanical behaviour of leg extensor muscles. European Journal of Applied Physiology, 1980, 45, 209-219.
- Breitmeyer,, 2014 Contributions of magno- and parvocellular channels to conscious and non-conscious vision 369 20130213; DOI: 10.1098/rstb.2013.0213. Published 17 March 2014.
- Boggio, 2011. Ansiedad en el adulto mayor. Revisión bibliográfica.
- Butler, K. M., & Zacks, R. T. (2006). Age Deficits in the Control of Prepotent Responses: Evidence for an Inhibitory Decline. Psychology and Aging, 21(3), 638–643. <http://doi.org/10.1037/0882-7974.21.3.638>

- Butler KM1, Zacks RT, Henderson JM. 1999 Jul;27(4):584-91. Suppression of reflexive saccades in younger and older adults: age comparisons on an antisaccade task.

C

- Carter, R., El Cerebro. Ed. Cosar. Londres, 2011.
- Carriere, J et al. 2010 Age trends for failures of sustained attention. Psychology and Aging, Vol 25(3), Sep 2010, 569-574. <http://dx.doi.org/10.1037/a0019363>.
- Castillo, M, 2009. La atención. Ed. Pirámide.
- Commodari E, Guarnera M. Attention and aging. Aging Clin Exp Res. 2008 Dec;20(6):578-84.
- Carrasco, M. Visual attention: The past 25 years. Vision Research Elsevier 1 July 2011.
- Capilla, P. De Fez, MD. La visión del movimiento. Revista Ver y Oír 2004.
- Cognición humana, Mente, ordenadores y neuronas Antonio Crespo León Editores: Fundación Ramón Areces Año de publicación: 2006 Edición: 2ª ISBN: 978-84-8004-777-7 84-8004-777-1

D

- De Marchena, Adam C. Roberts, Paul G. Middlebrooks, Vera Valakh, Koji Yashiro, Lindsey R. Wilfley, Benjamin D. Philpot NMDA Receptor Antagonists Reveal Age-Dependent Differences in the Properties of Visual Cortical Plasticity Journal of Neurophysiology Published 1 October 2008 Vol. 100 no. 4, 1936-1948 DOI
- Dowiasch S. et al., 2015 Effects of aging on eye movements in the real world. Frontiers in Human Neuroscience Vol. 9 <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2015.00046>

E

- <https://envejecimientoenred.wordpress.com>

F

- Fan, MWong, TWL, 2017 The effects of aging on visuomotor behaviors in reaching.
- Fernández-Castillo, A. Gutiérrez Rojas RT JournalID 293121936004, M.T1 - Electronic Journal of Research in Educational PsychologyJF - 17YR - 2009VO - 7SP - 49-76K1 - Rendimiento académico, Ansiedad, Depresión, Atención selectiva.K1

G

- Carballo-García et al. Efectos de la terapia no farmacológica en el envejecimiento normal y el deterioro cognitivo: consideraciones sobre los objetivos terapéuticos. Neurología, Volume 28, Issue 3, April 2013, Pages 160-168.
- Gauvrit.N. et al., 2017 Human behavioral complexity peaks at age 25.
- Gil, R. (1998). Neuropsicología. Barcelona. Masson.
- Gilbert, Biología del desarrollo. Capítulo 12 (Sistema nervioso central). Capítulo 13 (Especificidad neuronal y axonal)

H

- Hadas, E, 2016. Orienting of Visual Attention in aging. Neuroscience & Behavioral Reviews.
- Hettie Roebuck et al., 2015. Attending at a Low Intensity Increases Impulsivity in an Auditory Sustained Attention to Response Task Perception, vol. 44, 12: pp. 1371-1382. , First Published September 21, 2015.
- Herzog, Michael H. et al., 2016. Is there a common cause for perceptual decline in the aging brain? 39th European Conference on Visual Perception (ECVP), Barcelona, Spain, Aug 28 - Sep 1, 2016 Published in: Perception, vol. 45, num. Supplement 2, p. 352 London: Sage Publications Ltd, 2016.
- Hou, 200
- Hüttermann, S., Bock, O., & Memmert, D. (2012). The breadth of attention in old age. Ageing Research, 3(1), 10.

J

- Jiang Y, Abiri R and Zhao X (2017) Tuning Up the Old Brain with New Tricks: Attention Training via Neurofeedback. *Front. Aging Neurosci.* 9:52. doi: 10.3389/fnagi.2017.00052
- Jennings, Janine M.; Jacoby, Larry L. Automatic versus intentional uses of memory: Aging, attention, and control. *Psychology and Aging*, Vol 8(2), Jun 1993, 283-293. <http://dx.doi.org/10.1037/0882-7974.8.2.283>
- Junqué, C., & Jódar, M. (1990). Velocidad de procesamiento cognitivo en el envejecimiento. *Anales de psicología*, Vol. 6, Nº 2, 1990.

K

- Kumar, N., & Priyadarshi, B. (2014). Differential effect of aging on verbal and visuo-spatial working memory. *Aging and disease*, 4(4), 170-178.

L

- Li KZ, Hasher L, Jonas D, Rahhal TA, May CP. *Psychol Aging*. 1998 Dec;13(4):574-83. Distractibility, circadian arousal, and aging: a boundary condition?
-
- Lindenberger, Ulman; Mayr, Ulrich; Kliegl, ReinholdM *Psychology and Aging*, Vol 8(2), Jun 1993, 207-220. <http://dx.doi.org/10.1037/0882-7974.8.2.207> Speed and intelligence in old age.
-
- Lindenberger, Ulrich Mayr 2014 Cognitive aging: is there a dark side to environmental support? *Trends in Cognitive Sciences Elsevier*
-
- Loaiza, H. H. A., Ayala, C. F., & Bermúdez, S. R. (2016). LA ATENCIÓN-CONCENTRACIÓN EN EL DEPORTE DE RENDIMIENTO. *Educación Física y Deporte*, 34(2).

M

- Muiños Durán, M. (2014). Ejercicio físico y envejecimiento: habilidades visoperceptivas en deportistas jóvenes y mayores.
- Muiños, M., Palmero, F., & Ballesteros, S. (2016). Neural Plasticity. Volume 2012 (2012), Article ID 131608, 9 pages

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

© Universitat Politècnica de Catalunya, any 2017. Tots els drets reservats

<http://dx.doi.org/10.1155/2012/131608> Peripheral vision, perceptual asymmetries and visuospatial attention in cognitively young, young old and oldest old adults. *Experimental Gerontology*, 75, 30-36. doi:10.1016/j.exger.2015.12.006

- Munar, E. et al. Atención y percepción. Alianza Editorial, 1999.
- Madden, DJ (2007). El envejecimiento y la atención visual. *Current Directions in Psychological Science*, 16 (2), 70-74. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00478.x>
-

N

- Negredo, 2007. Plasticidad neuronal en cerebro adulto: cambios estructurales inducidos en el núcleo principal del trigémino por variaciones en las entradas sensoriales

O

- Owsley, C. (2013). Visual Processing Speed. *Vision Research*, 90, 52–56. <http://doi.org/10.1016/j.visres.2012.11.014>
- Owsley, C., & McGwin, G. (2010). Vision and Driving. *Vision Research*, 50(23), 2348–2361. <http://doi.org/10.1016/j.visres.2010.05.021>

P

- Park, D. C., & Reuter-Lorenz, P. (2009). The Adaptive Brain: Aging and Neurocognitive Scaffolding. *Annual Review of Psychology*, 60, 173–196. <http://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093656>.
- Pinillos, J.L. La mente humana. Ed. Temas de hoy, 2003.
- Prinzmetal, W. 2005 Attention: Reaction Time and Accuracy Reveal Different Mechanisms.
- *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol 134(1), Feb 2005, 73-92. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.134.1.73>

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

© Universitat Politècnica de Catalunya, any 2017. Tots els drets reservats

- Portellano et al., 2014 Neuropsicologia de la atenció, las funciones ejecutivas y la memoria.
- Possin, K. L. (2010). Visual Spatial Cognition in Neurodegenerative Disease. *Neurocase*, 16(6), 466–487. <http://doi.org/10.1080/13554791003730600>.
- Puig, A. (2003) Programa de entrenamiento de la memoria. Ed. CCS ISBN 978+84-9842-114-9

R

- Rabbitt, 2017; Speed of Visual Search in Old Age: 1950 to 2016. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2017; 72 (1): 51-60. doi: 10.1093/geronb/gbw097
- Rodríguez-Ferrer, J. (2015). Deterioro de la percepción visual en el envejecimiento: Mecanismos cerebrales compensadores. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 5(2), 175-186. doi:<http://dx.doi.org/10.1989/ejihpe.v5i2.110>
- Roure, M. 2016 Optometria Holística .Fundació Gaudi. COOOC.
- Ruiz-Contreras y Cansino, 2005 Rev Neurol. 2005 Dec 16-31;41(12):733-43.The neurophysiology of the interaction between attention and episodic memory: a review of studies into the visual model.

S

- Sacks, O. 2010. The Mind's eye. L'ull de la ment. Ed. RBA llibres, S.A.
- Salthouse, Timothy A. Psychological Review, Vol 103(3), Jul 1996, 403-428. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.103.3.403> The processing-speed theory of adult age differences in cognition.

- Sánchez Gil, Isis Yvonne, & Pérez Martínez, Víctor T. (2008). The cognitive functioning in the elderly: attention and perception in the older adult. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 24(2).
- Sekuler R, Ball K.. 1986 Jun;3(6):864-7. Visual localization: age and practice. Sekuler R, Ball K..
- Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence. *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and, (3rd)*, 99-144.
- Staub, B et al., 2014. The effects of aging on sustained attention ability: An ERP study. *Psychology and Aging*, Vol 29(3), Sep 2014, 684-695.<http://dx.doi.org/10.1037/a0037067>

Z

- Zamroziewicz, M, & Barbey, A. K. (2016). Nutritional Cognitive Neuroscience: InnovationsforHealthyBrainAging. *FrontiersinNeuroscience*, 10,240.<http://doi.org/10.3389/fnins.2016.00240>

10. ANEXOS

10.1 INSTRUCCIONES DEL TEST DE TIEMPO DE REACCIÓN:

Esta prueba evalúa la habilidad para RESPONDER ante UN estímulo visual simple.

Primero, te **identificaras**, tecleando tu DNI. Después, debes hacer *click* con el ratón sobre el botón **instrucciones**. Luego, haz *click* sobre el botón **ENTRENAMIENTO**. Harás 4 ensayos de entrenamiento.

Finalmente harás el **EXPERIMENTO**.

Aparecerá un pequeño círculo blanco, pulsa con el dedo índice la tecla "5" tan rápido como puedas y pon el dedo detrás de la barra espacio.

Utiliza las teclas numéricas de la primera fila del teclado.

SI HAS COMPRENDIDO ESTAS INSTRUCCIONES CIERRA ESTE DOCUMENTO HACIENDO CLICK EN LA "X" DE LA ESQUINA SUPERIOR DERECHA.

* INSTRUCCIONES DE LA PRUEBA DE ATENCIÓN VISUAL:

=====

Mediante este test vamos a examinar tu capacidad para discriminar el movimiento de unos elementos que se desplazan por la pantalla del PC. A continuación, harás una serie de ensayos durante unos 20 minutos. En cada ensayo, aparecen 4 elementos móviles de cuatro colores diferentes (1= Rojo, 2= Verde; 3= Gris-claro, 4= Amarillo), que llevan diferente velocidad y diferente trayectoria.

Tu tarea consiste en pulsar el color de tecla que corresponde al color del móvil que se desplaza más rápidamente a través de la pantalla del PC. Entre ensayos debes mantener el dedo detrás del cursor.

Por favor, pulsa la tecla adecuada lo más rápido que seas capaz, pero procurando cometer el mínimo número de errores posibles.

Primero, harás unos cuantos ensayos de entrenamiento para familiarizarte con los estímulos y el modo de respuesta.

10.2 CONSENTIMIENTO INFORMADO

Document de consentiment informat

Experimentadores:	Supervisor:
Nom de l'Experiment :	Projecte subvencionat (si s'escau):
Atenció Visual Dinàmica	

Manifesto que participo en aquest estudi de forma voluntària, i que he estat informat de:

- el procediment experimental.
- els riscos (si n'hi ha) que comporta la participació en aquest estudi.
- el caràcter confidencial de les dades que s'obtinguin.
- que tinc el dret de retirar-me de l'experiment en qualsevol moment sense rebre cap penalització però renunciant als punts corresponents.

Manifesto també que:

- Disposo de suficient informació per a realitzar l'experiment, i m'ha informat que tinc dret a obtenir més informació al finalitzar l'experiment sobre els objectius de l'estudi.
- Participo entenent la importància de realitzar la tasca seguint les instruccions que he rebut i amb el compromís de fer-ho de la millor manera que em sigui possible.

Expresso lliurement doncs la meua conformitat en participar en aquest estudi.

Barcelona a ____ de ____ de 2016

Número	Nom i Cognoms	Signatura

